

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05335066

(43) Date of publication of application: 17.12.1993

(51) Int. Cl.

H01T 13/20

H01T 13/39

(21) Application number: 04167033

(22) Date of filing: 01.06.1992

(71) Applicant:

NIPPONDENSO CO LTD

(72) Inventor:

KATO AKIO

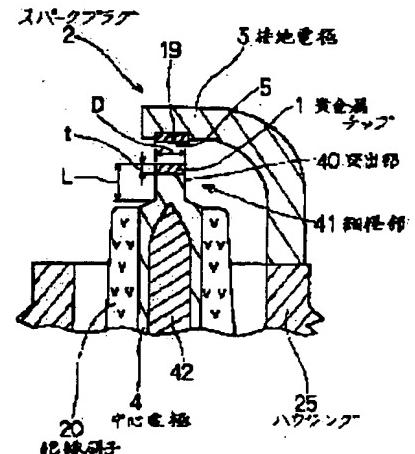
KANO KEIJI

## (54) SPARK PLUG FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a spark plug for an internal combustion engine, ensuring long service life, low discharge voltage and economical due to the use of a small quantity of precious metal.

**CONSTITUTION:** This spark plug has an electric insulator 20, a center electrode 4 held with the insulator 20, and an earth electrode 3 faced thereto. A small diameter section comprising the extended section 40 of an electrode material and a precious metal tip 1 fastened to the end thereof, is provided at the end of the electrode material of at least one of the center electrode 4 and the earth electrode 3. The electrode material is nickel based heat resistant alloy, and the precious tip comprises Pt-Ir alloy containing 90 to 100wt% of Pt(platinum) and 0 to 10wt% of iridium(Ir). The diameter D of the small diameter section is between 0.6mm and 1.2mm, and the thickness (t) of the precious metal tip is between 0.16mm and 0.8mm. Also, the length L of the small diameter section including the thickness (t) of the precious metal tip is between 0.8mm and 1.5mm.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) : 1998 Japanese Patent Office

MENU

SEARCH

INDEX

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-335066

(43)公開日 平成5年(1993)12月17日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>H 0 1 T 13/20  
13/39

識別記号

B 8021-5G  
8021-5G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全8頁)

(21)出願番号

特願平4-167033

(22)出願日

平成4年(1992)6月1日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 加藤 明夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

(72)発明者 金生 啓二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

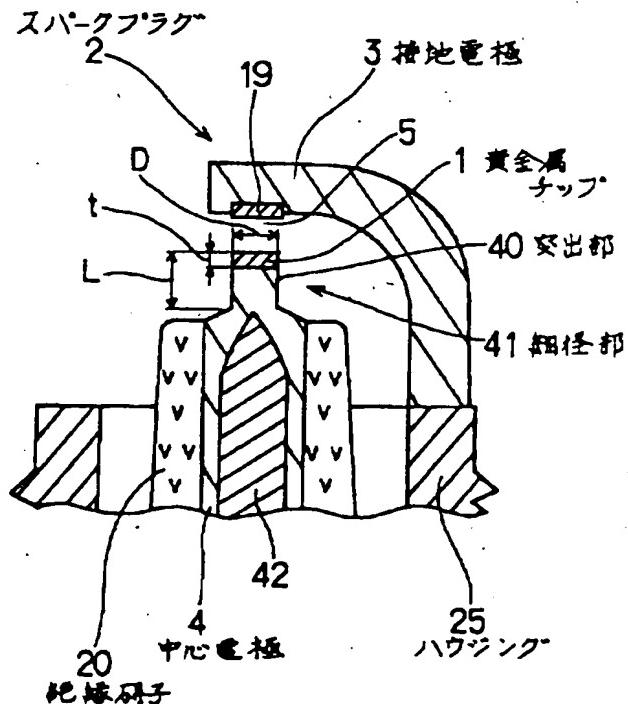
(74)代理人 弁理士 高橋 祥泰

## (54)【発明の名称】 内燃機関用スパークプラグ

## (57)【要約】

【目的】長寿命で、かつ放電電圧が低く、貴金属の使用量が少なく経済的な内燃機関用スパークプラグを提供すること。

【構成】絶縁碍子20と、絶縁碍子20に保持した中心電極4と、これに対向させた接地電極3とを有する。中心電極4或いは接地電極3の少なくとも一方の電極材料の先端には、電極材料を延設した突出部40と、その先端に固着した貴金属チップ1とからなる細径部41を設けている。電極材料はNi基耐熱合金であり、上記貴金属チップはPt(白金)90~100重量%とIr(イリジウム)0~10重量%とからなるPt-Ir合金よりなる。細径部の直径Dは0.6~1.2mm、貴金属チップの厚さtは0.16~0.8mm、貴金属チップの厚さtを含む細径部の長さLは0.8~1.5mmである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁碍子と該絶縁碍子に保持した中心電極と、上記絶縁碍子の外周に固定したハウジングと、該ハウジングに設けられ上記中心電極と対向させた接地電極とよりなり、かつ上記中心電極或いは接地電極の少なくとも一方の電極材料の先端には、該電極材料を延設した突出部と、該突出部の先端に固着した貴金属チップとからなる細径部を設けてなり、上記電極材料はNi基耐熱合金であり、上記貴金属チップはPt (白金) 90~100% (重量比、以下同じ) とIr (イリジウム) 0~10%とからなるPt-Ir合金、または前記Pt-Ir合金99.99~98%にジルコニア、もしくはイットリアを0.01~2%分散させた合金よりなり、上記細径部の直径Dは0.6~1.2mm、上記貴金属チップの厚さtを含む上記細径部の長さLは0.8~1.5mmであり、かつ上記厚さt、直径D、及び長さLは次の関係にあることを特徴とする内燃機関用スパークプラグ。

- 0.6mm ≤ D < 0.8mm のとき； 0.4L ≤ t ≤ 0.8mm
- 0.8mm ≤ D < 1.0mm のとき； 0.3L ≤ t ≤ 0.8mm
- 1.0mm ≤ D ≤ 1.2mm のとき； 0.2L ≤ t ≤ 0.8mm

【請求項2】 絶縁碍子と該絶縁碍子に保持した中心電極と、上記絶縁碍子の外周に固定したハウジングと、該ハウジングに設けられ上記中心電極と対向させた接地電極とよりなり、かつ上記中心電極或いは接地電極の少なくとも一方の電極材料の先端には、該電極材料を延設した突出部と、該突出部の先端に固着した放電層とからなる細径部を設けてなり、上記放電層は放電側に設けられた貴金属チップと上記突出部側に設けられた緩和層とからなり、上記電極材料はNi基耐熱合金であり、上記貴金属チップはPt 90~100%とIr 0~10%とからなるPt-Ir合金、または前記Pt-Ir合金99.99~98%にジルコニア、もしくはイットリアを0.01~2%分散させた合金よりなり、上記緩和層はPt 70~90%とNi (ニッケル) 10~30%とからなるPt-Ni合金よりなり、上記細径部の直径Dは0.6~1.2mm、上記放電層を含む細径部の長さLは0.8~1.5mm、緩和層の厚さSは0.05mm以上であり、かつ上記放電層の厚さT及び細径部の長さLは、0.2L ≤ T ≤ Lの関係にあることを特徴とする内燃機関用スパークプラグ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、発火部に貴金属チップを設けた内燃機関用スパークプラグに関する。

## 【0002】

【従来技術】 近年、エンジンはますます高性能化され、

高圧縮比化、過給化、リーン化などの動向にあり、スパークプラグの放電電圧は上昇を余儀なくされている。ひいては電源の発生電圧を超えてしまうおそれがある。またエンジンに対するメンテナンスフリー化の要求も増大しており、スパークプラグへの長寿命化のニーズも非常に大きいものとなっている。

【0003】 以上の放電電圧低減、および長寿命化に対応するため、従来、特公昭63-62870号公報に開示されたスパークプラグがある。このものは、中心電極と接地電極の少なくとも一方の電極材料の先端に、耐磨耗性に非常に優れた長棒形状の貴金属チップを接合している。貴金属チップは、70~90% Ptと30~10% IrのPt-Ir合金、又は80~90% Ptと20~10% NiのPt-Ni合金からなる。上記電極材料は、Ni基耐熱合金からなる。

【0004】 上記接合に当たっては、まず、中心電極の一端に、貴金属チップの直径よりも僅かに大きく開口した凹部を設ける。次に、貴金属チップを凹部に嵌合する。その後、これらを押圧するとともに、レーザー、電子ビーム等により、溶接する。これにより、貴金属チップの一端が鉛状に広がり、中心電極の凹部に強固に溶着される。

## 【0005】

【解決しようとする課題】 しかしながら、上記貴金属チップは、Pt-Ir合金又はPt-Ni合金という、高価な材料を用いている。それにもかかわらず、大部分の貴金属チップは、無傷のまま、スパークプラグの寿命とともに廃棄されてしまう。

【0006】 即ち、上記貴金属チップにおいて、放電により消耗する部分は、火花放電が生じる貴金属チップの一端のみである。従って、消耗により火花ギャップが所定の量（放電電圧が電源の発生電圧を超える火花ギャップ量）を超えた時、即ちスパークプラグが寿命を迎えた時、大部分の貴金属はスパークプラグとともに廃棄されてしまう。このことは、経済的にのみではなく、資源保護の立場からも好ましくない。

【0007】 また、電極材料を構成するNi基耐熱合金と貴金属チップとの間においては、その線膨張係数に大きな差がある。そのため、スパークプラグを高温のエンジン中で長期間使用していると、熱応力により、図13に示すごとく、電極材料8との接合面98付近から、貴金属チップ9に亀裂91が生じることがある。この亀裂91が大きい場合には、図14に示すごとく、貴金属チップ9が、電極材料8より、剥離脱落するというおそれがある。

【0008】 更に、高温のエンジンに冷却負荷をかける場合には、冷却時の熱応力により、線膨張係数が大きい電極材料に引張り応力が発生する。このとき、図15に示すごとく、塑性変形による膨らみ83が電極材料8に生じる。この膨らみ83は、加熱冷却負荷を繰り返すこ

とにより、益々大きくなる。

【0009】また、この過度の応力により、電極材料に応力腐食が発生し、甚だしい場合には、図14に示すごとく、貴金属チップが剥離脱落する場合がある。以上のよう貴金属チップが剥離脱落すると、スパークプラグの寿命ははなはだしく短くなる。本発明はかかる従来の問題点に鑑み、長寿命で、かつ放電電圧が低く、また使用する貴金属量が非常に少なく経済的な内燃機関用スパークプラグを提供しようとするものである。

#### 【0010】

【課題の解決手段】本発明は、絶縁碍子と該絶縁碍子に保持した中心電極と、上記絶縁碍子の外周に固定したハウジングと、該ハウジングに設けられ上記中心電極と対向させた接地電極とよりなり、かつ上記中心電極或いは接地電極の少なくとも一方の電極材料の先端には、該電極材料を延設した突出部と、該突出部の先端に固着した貴金属チップとからなる細径部を設けてなり、上記電極材料はNi基耐熱合金であり、上記貴金属チップはPt(白金)90~100% (重量比、以下同じ) とIr(イリジウム)0~10%とからなるPt-Ir合金、または前記Pt-Ir合金99.99~99.8%にジルコニア、もしくはイットリアを0.01~2%分散させた合金よりなる。上記細径部の直径Dは0.6~1.2mm、上記貴金属チップの厚さtを含む上記細径部の長さLは0.8~1.5mmであり、かつ上記厚さt、直径D、及び長さLは次の関係にあることを特徴とする内燃機関用スパークプラグにある。

$0.6 \text{ mm} \leq D < 0.8 \text{ mm}$  のとき ;  $0.4L \leq t \leq 0.8 \text{ mm}$

$0.8 \text{ mm} \leq D < 1.0 \text{ mm}$  のとき ;  $0.3L \leq t \leq 0.8 \text{ mm}$

$1.0 \text{ mm} \leq D \leq 1.2 \text{ mm}$  のとき ;  $0.2L \leq t \leq 0.8 \text{ mm}$

【0011】本発明において最も注目すべきことは、上記のごとく、電極材料と貴金属チップとからなる細径部の形状と、電極材料及び貴金属チップの組成にある。本発明において、上記貴金属チップは、中心電極或いは接地電極の少なくとも一方の電極材料においてその細径部の先端に固着されている。

【0012】上記貴金属チップは、Pt 90~100% とIr 0~10% からなる。即ち、Pt-Ir合金又は白金のみよりなる。Irが10%を越える場合には、火花放電による貴金属チップの消耗量が多くなり、スパークプラグの寿命が短くなる(図7参照)。

【0013】また、上記貴金属チップには、上記Pt-Ir合金99.99~99.8%と、ジルコニア、もしくはイットリアを0.01~2%とよりなる分散型合金を用いることが好ましい。これにより、火花放電による貴金属チップの消耗を減少させ、かつ貴金属チップの強度を増加させることができる(図7、図8参照)。

【0014】また、本発明において、上記貴金属チップを含む細径部の長さLは0.8~1.5mmである。Lが0.8mm未満では、放電電圧の低減効果がみられない。一方、Lが1.5mmを越える場合には、中心電極への熱引きが悪化するため、突出部の熱負荷が増大する。それ故、突出部は、エンジン運転時に非常に厳しい温度環境に晒されることになり、使用可能期間が短くなる。なお、好ましくは、Lは0.9~1.3mmである。

10 【0015】上記細径部の直径Dは0.6~1.2mmである。Dが0.6mm未満では、誘導放電時に火花放電が陰極放電面で拡がるため、細径部の突出部が火花消耗を起こしてしまう。ひいては、貴金属チップが剥離脱落するおそれがある。一方、Dが1.2mmを越える場合、放電電圧の低減効果はみられない。

【0016】また、この場合には、貴金属チップに亀裂が発生し易くなる。即ち、加熱時において、線膨張係数の小さい貴金属チップは、線膨張係数の大きい電極材料から引張り応力を受ける。この応力は、貴金属チップと突出部との接触面積が大きい程、増加する傾向にある。そのため、細径部の直径Dが1.2mmよりも大きいと、突出部から貴金属チップへの応力の増加のため、貴金属チップに亀裂が非常に生じやすくなる。なお、好ましくは、Dは0.7~1.1mmである。

【0017】また、細径部の直径D、細径部の長さL、及び貴金属チップの厚さtの関係は、Dが0.6mm以上0.8mm未満のとき、 $0.4L \leq t \leq 0.8 \text{ mm}$  であり、上記Dが0.8mm以上1.0mm未満のとき、 $0.3L \leq t \leq 0.8 \text{ mm}$  であり、上記Dが1.0mm以上1.2mmを越えるとき、 $0.2L \leq t \leq 0.8 \text{ mm}$  である。

【0018】tが0.8mmを越える場合には、電極材料に応力腐食が発生し易くなる(図10参照)。即ち、電極材料は貴金属チップからの前記の冷却時の引張り応力を受けるため、貴金属チップとの接触面付近に膨らみが発生する。この膨らみは、冷熱負荷を繰り返すことにより、益々膨張し、甚だしい場合には、電極材料に亀裂が発生する。一方、tが小さくなると、貴金属チップの強度が低下するため、貴金属チップに亀裂が発生しやすくなり、甚だしい場合には貴金属チップが脱落するおそれがある。

【0019】貴金属チップの厚さtの最小値は、細径部の直径Dの大小により、変化する。即ち、上記のごとくDが大きくなると、貴金属チップと突出部との接触面積が大きくなり、上記のごとく、貴金属チップに発生する応力は増加する傾向がある。一方熱引きは向上するため、細径部の温度が低下し、応力は減少する傾向にある。以上の相反する傾向のバランスにより、tの最小値が決まる。Dが0.6~1.2mmの範囲では、熱引きによる温度低下の効果が大きく、Dの増加に伴い、tの

最小値は減少する。

【0020】具体的にはDが0.6mm以上0.8mm未満で、かつtが0.4L未満の場合には、貴金属チップの強度が、上記応力に対し不充分であるため、上記のごとく、貴金属チップに亀裂が発生したり、時には脱落したりする。また、Dが0.8mm以上1.0mm未満でかつtが0.3L未満の場合、或いはDが1.0mm以上1.2mm以下でかつtが0.2L未満の場合も、同様である。

【0021】また上記電極材料においてその細径部の先端には、放電層を固着することが好ましい。該放電層は、放電側に設けられた上記貴金属チップと、突出部側に設けられた緩和層とからなる。該緩和層はPt70~90%とNi(ニッケル)10~30%とからなるPt-Ni合金よりなる。Pt及びNiの組成が、上記範囲内にある場合には、緩和層の線膨張係数が、貴金属チップと突出部との間にある。そのため、緩和層は、冷熱負荷時による両者の応力を、緩和することができる。それ故、両者に亀裂、応力腐食が発生することを防止することができ、長期間に渡ってスパークプラグを使用することができます。

【0022】また、緩和層の厚さSは0.05mm以上が好ましい。Sが0.05mm未満では、緩和層は貴金属チップと電極材料との応力を充分緩和することができない。なお、Sは厚ければ、厚い程、応力の緩和作用は大きくなるが、0.5mmを超えると顕著な効果増大がない。緩和層も貴金属であるので、経済性の点より緩和層の上限厚みは0.5mmとすることが好ましい。

【0023】また、細径部の長さlと放電層の厚さTとは、 $0.2L \leq T \leq L$ の関係にあることが好ましい。Tが0.2L未満の場合には、緩和層は貴金属チップと電極材料との応力を緩和することができない。TがLを越える場合には、高価な貴金属チップを無駄に使用するのみである。尚、放電層の厚さTは、貴金属チップの厚さtと緩和層の厚さSとの和である。

#### 【0024】

【作用及び効果】本発明においては、電極材料及び貴金属チップの組成が、上記の範囲にある。そのため、火花放電による貴金属チップの消耗量が少ない(図7参照)。それ故、スパークプラグの寿命が増し、長期間に渡ってスパークプラグを使用することができる。

【0025】また、貴金属チップの厚さt、細径部の直径D及び長さlは、上記の範囲にある。そのため、放電電圧を非常に低減できると共に、貴金属チップの消耗量及び使用量を最小限にすることができる。また、上記形状を有する細径部は、上記において詳説したごとく、エンジン運転時の過酷な温度環境にも、充分に耐えることができる。従って、本発明によれば、長寿命で、かつ放電電圧を非常に低減でき、貴金属を無駄なく使用し非常に経済的な内燃機関用スパークプラグを提供することができる。

できる。

#### 【0026】

##### 【実施例】

###### 実施例1

本発明の実施例につき、図1~図3を用いて説明する。本例の内燃機関用スパークプラグ2は、絶縁碍子20と、絶縁碍子20に保持した中心電極4と、絶縁碍子20の外周に固定したハウジング25と、ハウジング25に設けられて、上記中心電極4との間に火花放電用のギャップ5を設けて対向させた接地電極3となりる。

【0027】上記中心電極4の先端には、貴金属チップ1と中心電極4の突出部40とからなる細径部41を設けている。中心電極4は陰極である。上記突出部40は、中心電極4を延設することにより形成されている。また、中心電極4及び接地電極3は、Ni基耐熱合金を用いた電極材料により形成されている。また中心電極4の伝熱性を向上させるため、Cu材42が中心電極4内に封入されている。突出部40の先端には、Pt95% - Ir5%合金からなる貴金属チップ1が固着されている。

【0028】また、本例においては、細径部41の直径Dは0.9mm、上記金属チップ1を含む上記細径部41の長さlは1.2mmである。また、上記厚さtは0.4mmである。また、接地電極3の先端には、貴金属チップ1が固着されている。火花放電は、貴金属チップ1、19の間のギャップ5で発生する。

【0029】本例においては、火花放電による貴金属チップ1の消耗量が少ない。そのため、スパークプラグ2の寿命が増え、長期間に渡ってスパークプラグ2を使用することができる。また、貴金属チップ1の厚さt、細径部41の直径D及び長さlは、上記の関係にある。そのため、放電電圧を非常に低減できると共に、貴金属チップ1の消耗量及び使用量を最小限にすることができる。また、上記形状を有する細径部41は、エンジン運転時の過酷な温度環境にも、充分に耐えることができる。

#### 【0030】実施例2

本例のスパーククラブにおける電極材料は、上記実施例1におけるPt-Ir合金99.9%に、ジルコニア、もしくはイットリアを0.1%添加して得られた分散強化型合金である。その他は、実施例1と同様である。本例によれば、貴金属チップ1の強度が向上し、かつ突出部40の電極材料の消耗が一層少くなり、スパークプラグを長期間使用することができる。また、実施例1と同様の効果を得ることができる。

#### 【0031】実施例3

本例においては、実施例1のように中心電極4の先端に細径部41を設ける代わりに、図4に示すごとく、接地電極3の先端に細径部31を設けている。そして、接地電極3が陰極、中心電極4が陽極である。上記細径部3

1は、接地電極3を延設した突出部30と、該突出部30の先端に固着した貴金属チップ1とからなる。火花放電は、貴金属チップ1、19の間のギャップ5で発生する。そのほかは、実施例1と同様である。本例においても、実施例1と同様の効果を得ることができる。

#### 【0032】実施例4

本例においては、図5に示すごとく、接地電極3が中心電極4の先端の横方向まで延びており、中心電極4及び接地電極3の両方に細径部41、31が設けられている。上記細径部31は、接地電極3を延設した突出部30と、該突出部30の先端に固着した貴金属チップ1とからなる。その他は、実施例1と同様である。本例においても、実施例1と同様の効果を得ることができる。

#### 【0033】実施例5

本例は、図6に示すごとく、中心電極4に細径部41を設けたものである。細径部41は、突出部40と、その先端に固着した放電層10とからなる。放電層10は、放電側に設けた貴金属チップ1と、突出部40側に設けられた緩和層15とからなる。また、細径部40の長さしと放電層10の厚さTとは、 $0.2L \leq T \leq L$ の関係にある。具体的には、Tが0.4mm、しが1.2mmである。

【0034】該緩和層15はPt-Ni合金を用いている。Pt-Ni合金は、Pt80%とNi(ニッケル)20%とからなる。緩和層15の厚さSは0.06mmである。その他は、実施例1と同様である。

【0035】本例においては、上記のごとき緩和層15を設けている。そのため、冷熱負荷時による両者の応力を、緩和することができる。それ故、両者に亀裂、応力腐食が発生することを防止することができ、長期間に渡ってスパークプラグを使用することができる。本例においても、実施例1と同様の効果を得ることができる。

#### 【0036】実施例6、7

次に、本例のスパークプラグにつき、貴金属チップに用いられているPt-Ir合金及び分散強化型合金のIr含有量を種々に変えて、火花放電による貴金属チップの耐消耗性及びその強度に関する評価試験を行った。本例のスパークプラグを作製するにあたっては、スパークプラグ(PK20R日本電装(株)製)の中心電極の先端に、Ir含有量を種々に変えたPt-Ir合金よりも、貴金属チップを溶接した。

【0037】また、細径部の直径Dは0.8mm、細径部の長さしは1.3mm、貴金属チップ1の厚さtは0.5mmである。電極材料は、Ni、Cr、Fe、Al等よりなるNi基耐熱合金である。尚、本例において、中心電極は陰極であり、陽極の接地電極よりも、厳しい温度環境に晒される。その他は、実施例1と同様である。これを実施例6とする。

【0038】一方、他の本例のスパークプラグを作製するにあたっては、Ir含有量を種々に変えた分散強化型

合金よりも、貴金属チップを溶接した。分散強化型合金は、Pt-Ir合金99.9%に対して、ジルコニア、もしくはイットリアを0.1%添加して得られる。その他は、実施例6と同様である。これを実施例7とする。

【0039】上記試験条件は、大気中で、4kg/cm<sup>2</sup>ゲージに加圧したチャンバー内で、スパークプラグを毎秒60回火花放電させ、400時間試験した。この試験について、貴金属チップの消耗量の結果を図7に示す。同図において、横軸は貴金属チップのIr含有量(重量%)を示す。また、縦軸は、火花放電による貴金属チップの消耗量を、Pt100% (Ir0%)の場合の消耗量を1として示す。

【0040】次に上記の実施例6、7に用いた種々の貴金属合金について、強度を評価した。直径Dが3mm、長さしが50mmの貴金属チップを通常の引張り試験機で評価した。その結果を図8に示す。

【0041】図7より知られるごとく、実施例6に関しては、Irが0~10%のときは貴金属チップの消耗量は緩やかに増加している。Irが10~40%では消耗量が急増加し、更に多量になると、再び緩やかに増加している。また、実施例7に関しては、実施例6よりも貴金属チップの消耗量が少ない。

【0042】図8より知られるごとく、実施例6に関しては、Ir含有量が増すにつれて貴金属チップの強度も強くなる。また、実施例7に関しては、実施例6よりも強度に優れている。従って、図7、図8により、Irが0~10%のときに、貴金属チップの耐消耗性は最も良好であり、また実施例7に用いた分散強化型のPt-Ir合金はその強度も強いことが確認された。

#### 【0043】実施例8

本例においては、細径部の直径Dと、細径部の長さしに対する貴金属チップの厚さtとの比(t/L)との関係について、貴金属チップの耐久性評価を行った。本例のスパークプラグは、実施例1と同様の組成よりも、貴金属チップ及び電極材料を用いている。

【0044】上記耐久性評価は、水冷6気筒2000ccのエンジンに本例のスパークプラグを取り付けて、アイドリング1分、5600rpm×WOT(スロットル全開状態)1分を、繰り返し100時間行った。そして、貴金属チップにおける亀裂発生率を検査することにより、貴金属チップの耐久性評価をした。その結果を図9に示す。同図において、横軸はt/Lを示す。一方、縦軸は、同一水準の全試験品に対する、貴金属チップに亀裂が発生した試験品の割合を、亀裂発生率として示す。

【0045】同図より知られるごとく、Dが小さくかつt/Lが大きくなるに従って亀裂発生率は小さくなる。また、貴金属チップに亀裂が発生しない条件は、Dが0.6mmのときはt/L≥0.4、Dが0.8mmの

ときは  $t/L \geq 0.3$ ,  $D$  が  $1.0\text{mm}$  のときは  $t/L \geq 0.2$  である。

【0046】そこで、貴金属チップに亀裂が発生しない  $t$  の限界は、

$0.6\text{mm} \leq D < 0.8\text{mm}$ ;  $t/L \geq 0.4$  即ち  $0.4L \leq t$

$0.8\text{mm} \leq D < 1.0\text{mm}$ ;  $t/L \geq 0.3$  即ち  $0.3L \leq t$

$1.0\text{mm} \leq D \leq 1.2\text{mm}$ ;  $t/L \geq 0.2$  即ち  $0.2L \leq t$

となる。

#### 【0047】実施例9

本例においては、電極材料の耐応力腐食性について、評価した。本例のスパークプラグは、細径部の長さしが  $1.5\text{mm}$  である。細径部の直径  $D$  を  $0.6, 0.9, 1.2\text{mm}$  とし、それぞれの場合につき貴金属チップの厚さ  $t$  を種々に変えて、評価した。

【0048】その他は実施例8と同様である。また、実施例8と同様に繰り返し使用し、評価した。その結果を図10に示す。同図において、横軸は貴金属チップの厚さ  $t$  を、縦軸は電極材料の応力腐食の長さを示す。該応力腐食長さは、 $100 \times (A+B)/D$  (%) で算出される。ここに、 $(A+B)$  は腐食した部分の径方向の長さの総和である。

【0049】同図より知られるごとく、 $t$  が  $0.8\text{mm}$  以下の場合には、いずれも応力腐食長さが約  $20\%$  である。 $t$  が  $0.8\text{mm}$  を越えた場合には、上記応力腐食長さが急激に増加する。これより、 $t$  は  $0.8\text{mm}$  以下であれば、電極材料に応力腐食が発生しにくいことが分かる。

【0050】したがって、実施例8と本例の結果とを結合すると、以下のようになる。

即ち、 $0.6\text{mm} \leq D < 0.8\text{mm}$  のとき:  $0.4L \leq t \leq 0.8\text{mm}$

$0.8\text{mm} \leq D < 1.0\text{mm}$  のとき:  $0.3L \leq t \leq 0.8\text{mm}$

$1.0\text{mm} \leq D \leq 1.2\text{mm}$  のとき:  $0.2L \leq t \leq 0.8\text{mm}$

となる。

#### 【0051】実施例10

本例は、実施例8のスパークプラグにおいて、貴金属チップと電極材料との間に、 $Pt-Ni$  合金よりなる緩和層を組み込み、実施例8と同様に評価した。 $Pt-Ni$  合金は、 $Pt 80\%$  と  $Ni 20\%$  とよりなる。緩和層の厚さ  $S$  (図6) は  $0.05\text{mm}$ 、細径部の直径  $D$  は  $0.6\text{mm}$  である。 $S, D$  が上記の値の場合、本発明にかかる細径部の形状の中で、最も温度環境の厳しい形状である。

【0052】その結果を図11に示す。同図において、横軸は細径部の長さ  $L$  に対する放電層の厚さ  $T$  の比 ( $T$

$/L$ ) を、縦軸は貴金属チップの亀裂発生率を示す。同図より知られるごとく、 $T/L$  が、 $0.2$  未満では亀裂が発生したが、 $0.2$  以上は亀裂は生じなかった。そのため、 $T$  と  $L$  は、 $0.2 \leq T/L \leq 1$ 、即ち、 $0.2L \leq T \leq L$  という関係になる。なお、緩和層として  $Pt 90\% - Ni 10\%$ 、および  $Pt 70\% - Ni 30\%$  でも上記の評価を行い、同様の結果を得た。

#### 【0053】実施例11~14

本例は、貴金属チップの組成を種々に変えて、実施例8 10 と同様の評価を行った。本例の貴金属チップは、 $Pt-Ir$  合金或いは分散強化型合金を用いている。実施例11のスパークプラグは、 $Pt 100\%$ 、即ち純プラチナからなる貴金属チップを用いている。

【0054】実施例12では、 $Pt 90\% - Ir 10\%$  の合金を用いている。実施例13では、 $Pt 98\%$  と、ジルコニア、もしくはイットリア  $2\%$  とからなる、分散強化型合金を用いている。実施例14は、 $90\% Pt$  と  $10\% Ir$  よりなる  $Pt - Ir$  合金  $99.99\%$  と、上記酸化物  $0.01\%$  とからなる、分散強化型合金を用いている。その他は、実施例8~10と同様である。上記実施例11~14のスパークプラグにつき、上記評価を行った。その結果、本例においても、実施例8~10と同様の結果を得ることができた。

#### 【0055】実施例15

本例は、本例のスパークプラグを実際に車両に装着したときの、貴金属チップの放電電圧について、測定した。本例のスパークプラグにおいては、細径部の直径  $D$  は  $0.9\text{mm}$ 、細径部の長さ  $L$  は  $1.1\text{mm}$ 、貴金属チップの厚さ  $t$  は  $0.4\text{mm}$  である。そのほかは、実施例1 30 と同様である。

【0056】尚、比較のために、従来のスパークプラグ (PK20R 日本電装(株)製) を、比較例として用いた。貴金属チップの厚さ  $t$  が  $0.3\text{mm}$  で、細径部の長さしが  $0.6\text{mm}$ 、直径  $D$  が  $1.1\text{mm}$  のものである。また貴金属は  $Pt 78\% - Ir 20\% - Ni 20\%$  である。その他は、実施例7と同様である。上記測定は、水冷4気筒1500ccの車両用エンジンに、これらのスパークプラグを取り付け、 $10\text{万km}$  を走行した。その後、両者のスパークプラグの放電電圧について、測定した。その結果を、図12に示す。

【0057】同図より知られるごとく、本発明にかかるスパークプラグの放電電圧は約  $22\text{KV}$  であり、一方、比較例は約  $27\text{KV}$  であった。従って、このことからも、本発明のスパークプラグは、長期間使用した場合にも放電電圧低減において、非常に大きな効果があることが確認された。また、本発明のスパークプラグは、耐久性にも優れている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1のスパークプラグにおける要部拡大断面図。

11

【図2】実施例1のスパークプラグの一部断面側面図。

【図3】実施例1の細径部の断面図。

【図4】実施例3のスパークプラグの要部拡大断面図。

【図5】実施例4のスパークプラグの要部拡大断面図。

【図6】実施例5の細径部の断面図。

【図7】実施例6、7にかかる、貴金属チップのIr含有量と、火花消耗量との関係を示す線図。

【図8】実施例6、7にかかる、貴金属チップのIr含有量と、貴金属チップの強度との関係を示す線図。

【図9】実施例8にかかる、細径部の長さLに対する貴金属チップの厚さtの比( $t/L$ )と、貴金属チップの亀裂発生率との関係を示す線図。

【図10】実施例9にかかる、貴金属チップの厚さtと、電極材料の応力腐食長さとの関係を示す線図。

【図11】実施例10にかかる、細径部の長さLに対する放電層の厚さTの比( $T/L$ )と、貴金属チップの亀裂発生率との関係を示す線図。

【図12】実施例15のスパークプラグを、長期間使用

12

後の放電電圧を示す棒図。

【図13】従来例のスパークプラグにおいて、貴金属チップに亀裂が生じた状態を示す要部断面図。

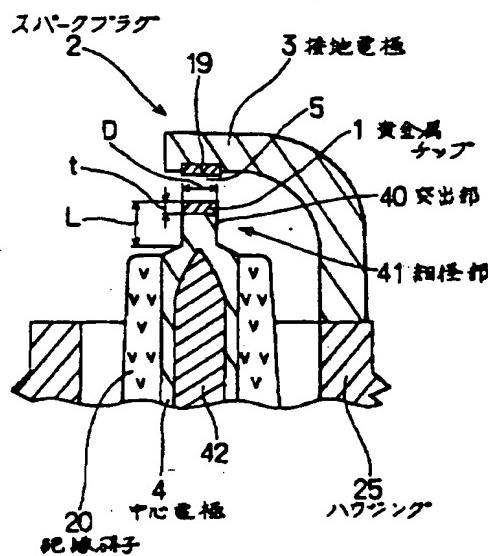
【図14】従来例において、貴金属チップが剥離脱落した状態を示す要部断面図。

【図15】従来例において、細径部に膨らみが生じた状態を示す要部断面図。

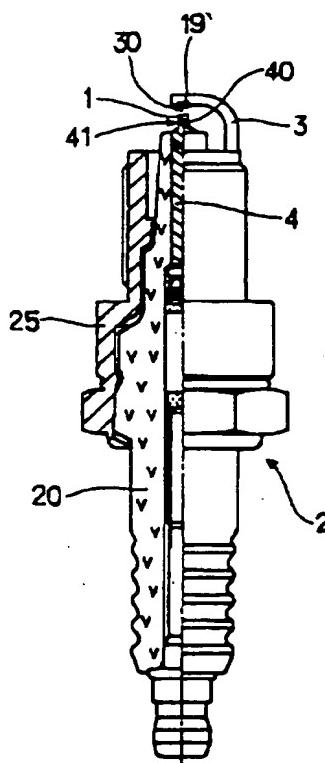
## 【符号の説明】

- 1, 19... 貴金属チップ,  
 10... 放電層,  
 2... スパークプラグ,  
 20... 絶縁碍子,  
 25... ハウジング,  
 3... 接地電極,  
 30, 40... 突出部,  
 31, 41... 細径部,  
 4... 中心電極,  
 5... ギャップ.

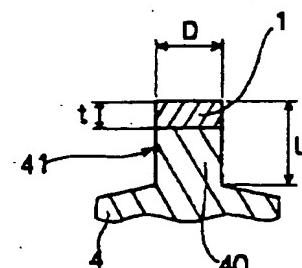
【図1】



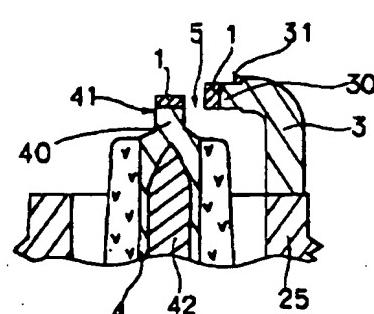
【図2】



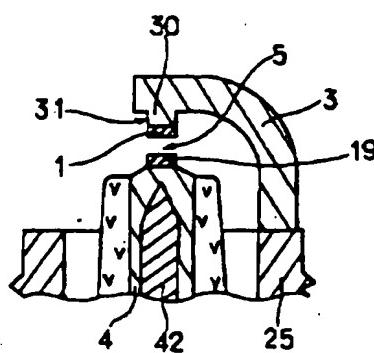
【図3】



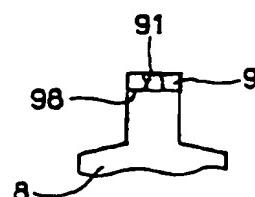
【図5】



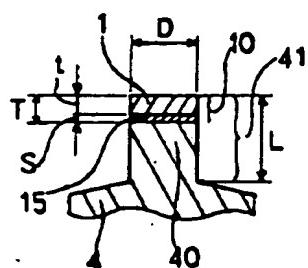
【図4】



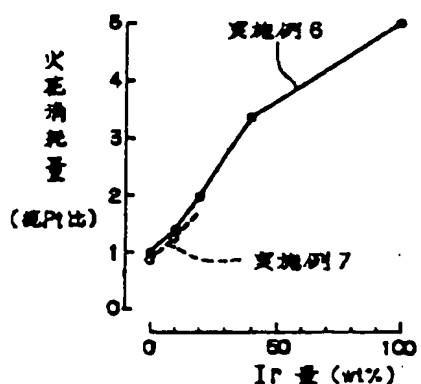
【図13】



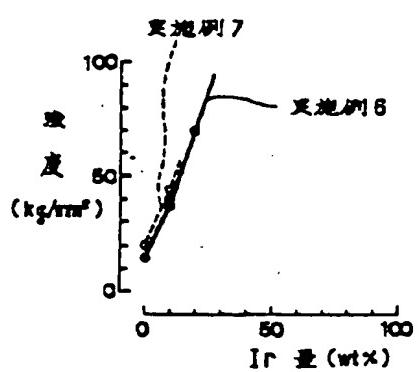
【図6】



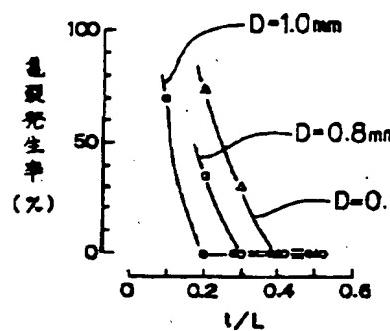
【図7】



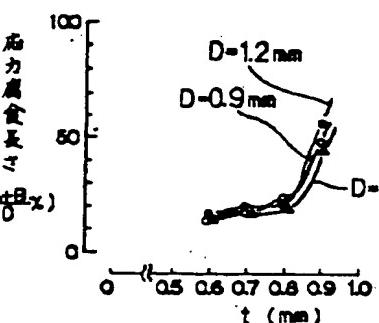
【図8】



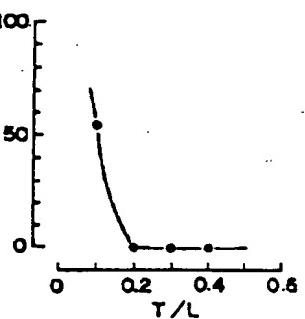
【図9】



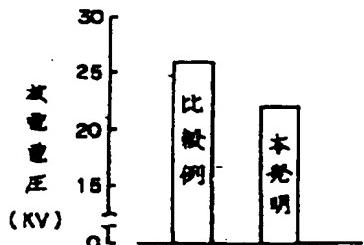
【図10】



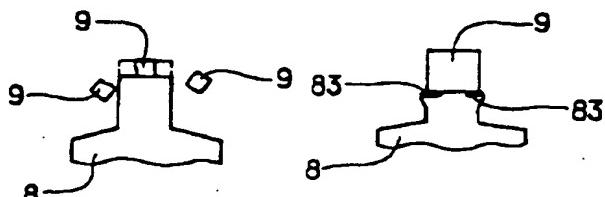
【図11】



【図12】



【図14】



【図15】